

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Batik**

Batik adalah istilah yang digunakan untuk menyebut kain bermotif yang dibuat dengan teknik resist menggunakan material lilin (malam). Proses pembuatan batik di Indonesia dilakukan secara manual (batik tulis), cap dan printing. Proses pembuatan batik printing adalah yang paling cepat namun kualitas batik yang dihasilkan tidak sebagus batik tulis ataupun batik cap. Batik tulis lebih diunggulkan dari segi kualitas dan estetika, namun proses pembuatannya membutuhkan waktu yang lama karena dilakukan secara manual. Batik saat ini sudah ditetapkan UNESCO sebagai Warisan Kemanusiaan untuk Budaya Lisan dan Nonbendawi (*Masterpieces of the Oral and Intangible Heritage of Humanity*) sejak 2 Oktober 2009. (Suerna Dwi Lestari, 2012)

Batik berasal dari kata “mbat” dan “tik”. Dalam bahasa jawa “mbat” diartikan sebagai ngembat atau melempar berkali-kali sedangkan “tik” berasal dari kata titik. Jadi, membatik berarti melempar titik berkali-kali. Sehingga titik-titik tersebut berhimpitan dan membentuk garis. Menurut seni rupa, garis adalah kumpulan dari titik-titik. Selain itu, batik juga berasal dari kata “mbat” yang merupakan kependekan dari membuat, sedangkan tik merupakan titik. Ada juga yang berpendapat bahwa batik berasal dari gabungan dua kata bahasa jawa ambayang bermakna menulis dan titik bermakna titik. (Asti Musman dan Ambar B. Arini, 2011)

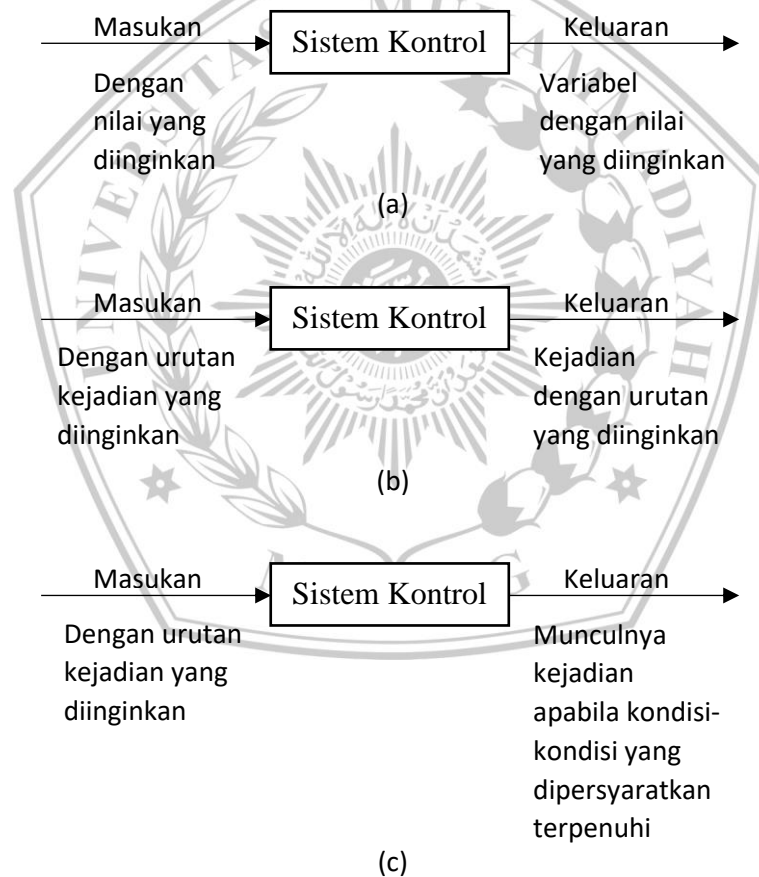
Batik merupakan karya seni warisan budaya bangsa Indonesia yang memiliki nilai tinggi dan senantiasa mengalami perkembangan seiring dengan berjalannya waktu. Keberadaan batik di Indonesia diyakini sudah ada sejak jaman Majapahit dan terus berkembang dan kemudian pada abad ke-19 menyebar hampir ke seluruh wilayah Indonesia.

Tradisi membatik pada mulanya merupakan tradisi turun temurun, sehingga kadangkala suatu motif dapat dikenali berasal dari batik keluarga tertentu. Kesenian batik adalah kesenian gambar diatas kain untuk pakaian

yang menjadi salah satu kebudayaan keluarga raja-raja Indonesia zaman dahulu. Pada awalnya batik berkembang hanya dilingkungan keraton saja (budaya ageng), selanjutnya ditiru oleh rakyat terdekat dan terus berkembang menjadi pekerjaan ibu rumah tangga dalam mengisi waktu senggang, sehingga batik yang tadinya hanya merupakan pakaian keraton kemudian berkembang menjadi pakaian rakyat.

## 2.2 Sistem Kontrol

Sistem kontrol merupakan suatu masukan atau beberapa masukan tertentu yang digunakan untuk mengontrol keluarannya pada nilai tertentu, memberikan urutan kejadian tertentu, atau memunculkan suatu kejadian jika beberapa kondisi tertentu terpenuhi. (W. Bolton, 2006 : 86)



**Gambar 2.1** Sistem Kontrol (a) mengontrol sebuah variabel, (b) mengontrol urutan kejadian, (c) mengontrol apakah suatu kejadian dapat terjadi.

(Sumber : Buku Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol, 2006)

Menurut W. Bolton (2006 : 86-91), sistem kontrol dibagi menjadi dua bagian yaitu :

#### 1. Sistem Kontrol *Loop* Terbuka

Sistem Kontrol *Loop* Terbuka dapat diartikan sebagai keluaran dari sistem tidak memiliki efek pada sinyal masukan terhadap proses yang sedang berlangsung. Keluaran sepenuhnya ditentukan oleh pengaturan awal.

Jadi, jika terjadi perubahan kondisi, maka tidak ada langkah penyesuaian yang dilakukan terhadap keluaran untuk mengompensasi perubahan yang terjadi. Tidak ada informasi yang diumpankan kembali ke sistem kontrol untuk melakukan penyesuaian agar dapat mempertahankan kondisi yang diharapkan. Sistem *Loop* terbuka ini memiliki keuntungan berupa sistem yang relatif sederhana sehingga murah dan mudah diaplikasikan. Akan tetapi sistem ini tidak ada koreksi yang dilakukan terhadap kesalahan yang terjadi pada sinyal keluaran yang berasal dari gangguan-gangguan tambahan sehingga sistem ini sering kali tidak akurat.

Sistem kontrol terbuka memiliki tiga buah elemen dasar yaitu elemen kontrol, elemen koreksi, proses di mana variabelnya dapat dikontrol sebagai berikut :



**Gambar 2.2** Sistem Kontrol *Loop* Terbuka

(Sumber : Buku Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol, 2006)

##### a. Elemen Kontrol

Elemen ini akan menentukan aksi atau tindakan yang harus diambil sebagai akibat dari diberikannya masukan berupa sinyal dengan nilai yang diinginkan ke dalam sistem.

##### b. Elemen Koreksi

Elemen ini mendapat masukan dari pengontrol dan menghasilkan keluaran berupa tindakan untuk mengubah variabel yang sedang dikontrol.

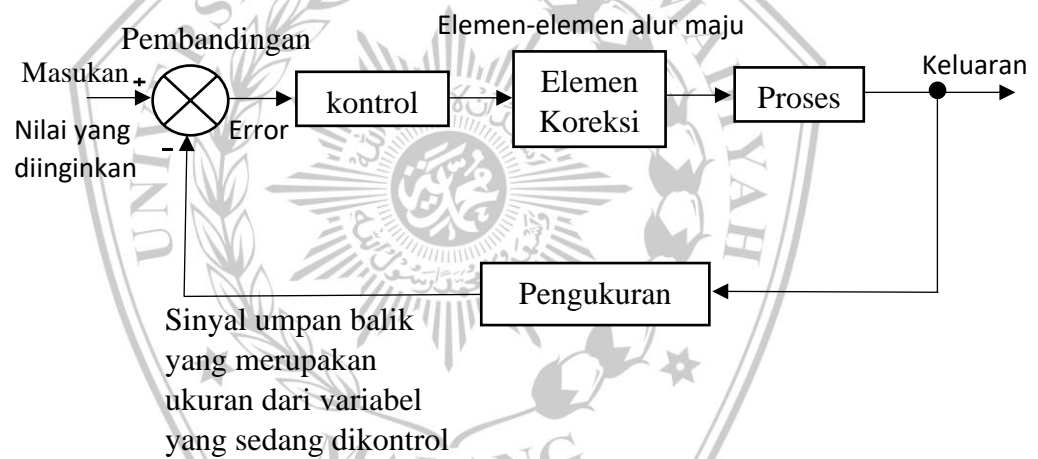
c. Proses

Merupakan proses di mana suatu variable dikontrol. Tidak ada perubahan tindakan kontrol yang dilakukan untuk menanggapi gangguan-gangguan yang mengubah variabel keluaran.

2. Sistem Kontrol *Loop* Tertutup

Sistem Kontrol *Loop* Tertutup adalah keluaran memiliki efek pada sinyal masukan yang akan memodifikasinya untuk mempertahankan sinyal keluaran pada nilai yang diinginkan. Jadi, sistem ini mengirim kesalahan atau perbedaan antara sinyal keluaran dan sinyal masukan acuan dengan membandingkan serta menggunakan kesalahan sebagai alat kontrol.

Sistem kontrol Loop Tertutup dapat digambarkan fungsi dari masing-masing elemen dan jalur atau lintasan sinyal sebagai berikut :



**Gambar 2.3** Sistem Kontrol Loop Tertutup

(Sumber : Buku Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol, 2006)

a. Elemen Pembanding

Elemen ini berfungsi untuk membandingkan nilai yang dikehendaki dari variabel yang sedang dikontrol dengan nilai terukur yang diperoleh dan menghasilkan sebuah sinyal error. Sinyal error sama dengan sinyal dengan nilai yang diinginkan dikurangi sinyal dengan nilai sebenarnya yang terukur.

Jadi, jika keluarannya merupakan nilai yang diinginkan, maka tidak akan muncul sinyal error, sehingga tidak ada sinyal yang disimpan untuk memulai kontrol. Sinyal error hanya akan muncul

dan mulai aksi kontrol jika terdapat perbedaan antara nilai yang diinginkan dengan nilai variabel sebenarnya.

b. Elemen Implementasi Kontrol

Elemen kontrol menentukan aksi atau tindakan apa yang akan diambil bila diterima sebuah sinyal error. Kontrol yang dilakukan dapat berupa diberikannya sebuah sinyal yang akan menyalakan atau mematikan sebuah saklar jika terdapat sinyal error. Jadi jika errornya kecil, maka hanya sinyal kontrol yang kecil yang dihasilkan. Begitu juga sebaliknya jika errornya besar, maka sinyal kontrol besar yang proporsional yang dihasilkan. Aksi-aksi kontrol lainnya di antaranya meliputi mode integral dimana sinyal kontrol akan terus-menerus bertambah selama terus terjadi error, dan mode derivatif dimana sinyal kontrol proporsional terhadap laju perubahan sinyal error yang terjadi.

Pengontrol atau unit kontrol sering kali digunakan untuk menyatakan kombinasi atau gabungan antara elemen pembanding, yaitu detektor error dan elemen implementasi kontrol. Salah satu contoh dari elemen ini adalah penguat diferensial yang mempunyai dua buah masukan, yaitu masukan untuk nilai pengaturan dan satu masukan lainnya untuk sinyal umpan balik. Setiap perbedaan yang muncul diantara kedua sinyal masukan ini akan diperkuat untuk menghasilkan sinyal error. Apabila tidak terdapat perbedaan di antara keduanya, maka tidak akan ada sinyal error yang dihasilkan.

c. Elemen Koreksi

Elemen koreksi atau sering disebut juga elemen kontrol akhir, menghasilkan suatu perubahan didalam proses, yang bertujuan untuk mengoreksi atau mengubah kondisi yang dikontrol. Untuk menyatakan elemen dari sebuah unit koreksi yang membangkitkan daya untuk menjalankan aksi kontrol dapat disebut dengan istilah aktuator. Contoh dari elemen ini yaitu, katup kontrol direksional yang digunakan untuk mengalihkan arah aliran fluida yang berarti mengontrol pergerakan dari sebuah aktuator, seperti

misalnya pergerakan piston didalam silinder. Contoh lain ada pada motor listrik di mana sebuah sinyal digunakan untuk mengontrol kecepatan putaran porosnya.

d. Proses

Proses merupakan sistem dimana terdapat sebuah variabel yang dikontrol, contohnya sebuah ruangan didalam rumah dengan variabel yang dikendalikan adalah temperatur ruangan tersebut.

e. Elemen Pengukuran

Elemen pengukuran menghasilkan sebuah sinyal yang berhubungan dengan kondisi variabel dari proses yang sedang dikontrol. Contoh elemen ini adalah sebuah sensor temperatur dengan unit pemrosesan sinyalnya yang bersesuaian.

f. Alur Umpan Balik

Alur umpan balik merupakan cara sebuah sinyal yang terkait dengan kondisi sebenarnya yang tercapai, diumpankan kembali untuk memodifikasi sinyal masukan bagi suatu proses. Umpan balik dikatakan negatif apabila sinyal yang diumpankan kembali mengurangi nilai masukan. Jenis umpan balik yang diperlukan untuk mengontrol sebuah sistem disebut juga umpan balik negatif. Umpan balik positif terjadi apabila yang diumpankan kembalibersifat menambahkan nilai masukan.

g. Alur Maju

Alur maju digunakan untuk menyatakan jalur atau lintasan dari sinyal error sampai dengan keluaran. Elemen alur maju ini terdiri dari beberapa elemen yaitu elemen kontrol, elemen koreksi, dan elemen proses.

## 2.3 Mesin Plotter Batik Berbasis CNC

Menurut A.R. Fauzi, (2018) plotter merupakan mesin untuk menggambar diatas sebuah media kertas atau kain dengan bantuan perintah yang berasal dari computer. Selain itu plotter juga dapat diartikan sebagai sebuah printer grafik vektor yang memberikan hardcopy secara akurat sesuai dengan softcopy yang ada di computer. Mesin plotter juga memiliki

kapasitas untuk menggambar beberapa ratus salinan gambar yang sama berulang-ulang tanpa perlu perintah baru. Sedangkan CNC (Computer Numerical Control) adalah mesin perkakas dengan kontrol numerik sistem otomatis yang dioperasikan berdasarkan program yang sudah ditentukan pada perangkat cnc tersebut.

Jadi, mesin plotter batik berbasis CNC adalah sebuah mesin untuk menggambar plot batik diatas media kertas atau kain yang dioperasikan dengan kontrol numerik sistem otomatis yang memberikan *hardcopy* secara akurat sesuai dengan *softcopy* yang ada dikomputer. Gambar mesin plotter batik berbasis CNC dapat dilihat pada **Gambar 2.4** berikut :



**Gambar 2.4** Mesin Plotter Batik Berbasis CNC 2018

(Sumber : skripsi UMM 2018 Perancangan Mesin Plotter Batik Berbasis CNC)

## 2.4 Arduino Uno R3

Arduiono Uno R3 merupakan papan mikrokontroler berbasis ATMEGA328. Arduino ini memiliki 14 *pin input / output digital* (6 pin bisa digunakan untuk output PWM / Pulse Width Modulator), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16MHZ, sebuah konektor USB (*Universal Serial Bus*), sebuah konektor power, sebuah tombol reset, sebuah header ICSP (*in-circuit serial programming*). Arduino Uno ini sangat mudah dihubungkan ke komputer dengan kabel USB atau mengaktifkannya menggunakan sumber energi adaptor AC-DC atau Baterai. Selain itu Arduino Uno juga mendukung semua yang dibutuhkan oleh mikrokontroler. Spesifikasi teknis dari Arduino Uno dapat dilihat dibawah ini sebagai berikut:

**Tabel 2.1.** Spesifikasi Arduino Uno

No	Nama	Spesifikasi
1.	Mikrokontroler	ATMEGA328P
2.	Tegangan Kerja	5V
3.	Tegangan Input (rekomendasi)	7-12V
4.	Tegangan Input (batas)	6-20V
5.	Jumlah Pin I/O Digital	14 (terdapat 6 output PWM)
6.	Jumlah Pin I/O PWM Digital	6
7.	Jumlah Pin Input Analog	6
8.	Arus DC setiap Pin I/O	20 mA
9.	Arus DC untuk Pin 3.3V	50 mA
10.	Flash Memory	32 KB (ATMEGA328P) 0.5 KB digunakan oleh <i>bootloader</i>
11.	SRAM	2 KB (ATMEGA328P)
12.	EEPROM	1 KB (ATMEGA328P)
13.	Clock Speed	16 Mhz
14.	LED_BUILTIN	13
15.	Panjang	68.6 mm
16.	Lebar	53.4 mm
17.	Berat	25

(Sumber : <https://febriadisantosa.weebly.com/knowledge/arduino-uno>)



Pada mesin plotter batik berbasis CNC ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3 berbasis ATmega328. Mikrokontroler Arduino Uno R3 sangat mudah dihubungkan ke komputer menggunakan kabel USB atau menggunakan sumber tegangan AC-DC atau baterai. Selain itu harganya yang relatif terjangkau dan dapat bekerja dengan baik. Gambar dari board Arduino Uno dapat dilihat pada **Gambar 2.5** dibawah ini :



**Gambar 2.5** Papan Arduino Uno R3

(Sumber : <https://www.proto-pic.co.uk/arduino-uno-r3.html>)

## **2.5 CNC Shield V3 with Module A4988 Driver Board and Heatsink for Arduino**

CNC Shield V3 adalah sebuah papan ekspansi dari Arduino yang mengubah perintah kode berupa G-code menjadi sinyal *stepper*. Kegunaan dari CNC Shield V3 ini untuk pembuatan rancangan mesin ukiran CNC, printer 3D, gerakan linier, pemotong router CNC dan lain sebagainya. Papan ekspansi dari Arduino ini bekerja pada 12 Volt sampai dengan 36 Volt arus DC. Untuk menjalankan papan ekspansi ini menggunakan *opensource firmware* GRBL yang berjalan pada Arduino Uno. CNC Shield V3 memiliki total empat slot *driver board* yang berguna untuk menggerakkan motor *stepper*.

Sedangkan *Module A4988 Driver Board and Heatsink* merupakan sebuah komponen papan *driver* motor *microstepping* yang dilengkapi dengan penerjemah bawaan yang memudahkan pengguna untuk mengoperasikannya serta dilengkapi dengan *heatsink* atau pendingin produk secara otomatis. Kegunaannya untuk menggerakkan motor *stepper*. Produk ini bekerja hingga 35 Volt dan 2 Ampere. Produk ini tersedia pada mode langkah penuh, setengah penuh, 1/4, 1/8, dan 1/16.

Pada mesin plotter batik berbasis CNC ini menggunakan CNC Shield V3 with module A4988 driver motor and heatsink untuk mengatur gerak dari motor stepper pada sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z. Komponen CNC Shield V3 with module A4988 driver motor dapat dilihat pada **Gambar 2.6** berikut :

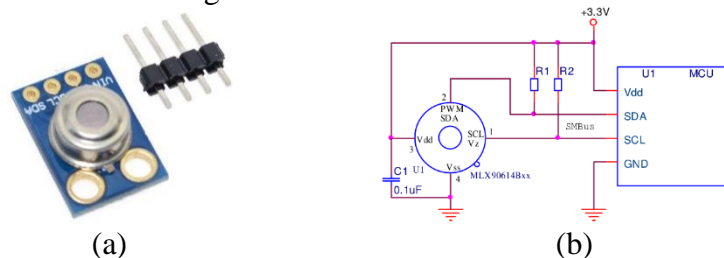


**Gambar 2.6** CNC Shield V3 with Module A4988 Driver Motor and heatsink

(Sumber: <https://www.amazon.com/HONG111-Expansion-Stepper-Modules-Controller/dp/B07C5T33CL>)

## 2.6 Sensor Suhu MLX90614

Sensor suhu MLX90614 adalah sebuah sensor suhu infra merah yang digunakan untuk mengukur suhu tanpa bersentuhan langsung dengan objek. Sensor ini terdiri dari *chip detector* berbasis infra merah yang peka terhadap suhu dan pengondisi sinyal ASSP yang mana terintegrasi dengan TO-39. Sensor suhu ini didukung oleh penguat berderau rendah, ADC 17 bit, unit DSP dan termometer yang memiliki resolusi dan akurasi tinggi. Termometer tersebut terkalibrasi dengan output digital dari PWM dan SMBus. Sebagai standar PWM 10 bit akan menunjukkan perubahan suhu yang diukur secara terus menerus dengan suhu minus 40 hingga 120 derajat celcius sebagai jangkauan suhu pada sensor serta suhu -70 hingga 380 derajat celcius dengan resolusi output 0,14 derajat celcius sebagai jangkauan suhu objek. Gambar fisik dan rangkaian dari sensor suhu MLX90614 dapat dilihat dibawah ini sebagai berikut :

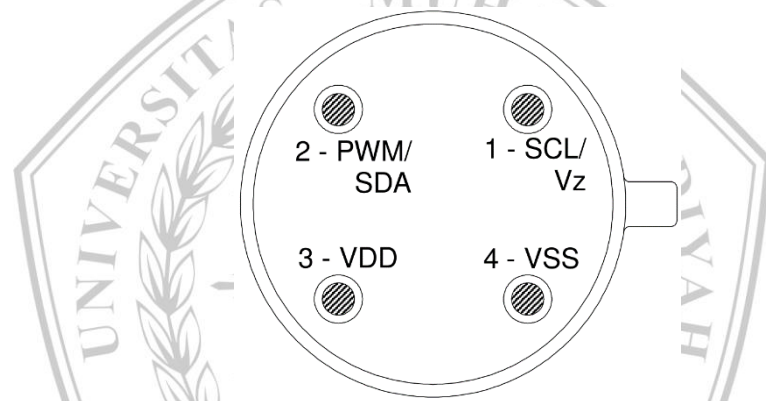


**Gambar 2.7** (a) Sensor Suhu MLX90614, (b) Rangkaian sensor suhu MLX90614

(Sumber : <https://id.aliexpress.com/item/32860955758.html>)

Pin PWM ini dapat digunakan sebagai relai perubahan (To sebagai input), yang mana mudah dan murah digunakan di thermostat atau penggunaan peringatan suhu (membeku atau mendidih). Sebagai interupsi pada prosesor yang dapat memicu pembacaan semua slave pada bus dan menentukan kondisi sebenarnya merupakan fitur pada SMBus.

Sensor suhu MLX90614 dapat mengindera objek dengan emisivitas bernilai 1. Tetapi, sensor ini juga dapat dikalibrasi dengan mudah untuk mengindera objek dengan emisivitas 0,1 hingga 1. Sensor suhu MLX90614 memiliki dua alternatif sumber tegangan yaitu 5V dan baterai 3V. Gambar dibawah ini menunjukkan posisi pin dan deskripsinya antara lain sebagai berikut :



**Gambar 2.8** Posisi dan deskripsi sensor suhu MLX90614

(Sumber : <http://eprints.polsri.ac.id/3241/3/BAB%20II.pdf>)

**Tabel 2.2.** Fungsi Pin Sensor Suhu MLX90614

No	Nama Pin	Fungsi
1.	VSS	Ground
2.	SCL/Vz	Input Clock serial untuk protokol 2 komunikasi kabel
3.	PWM/SDA	Digital input / output
4.	VDD	Sumber tegangan eksternal

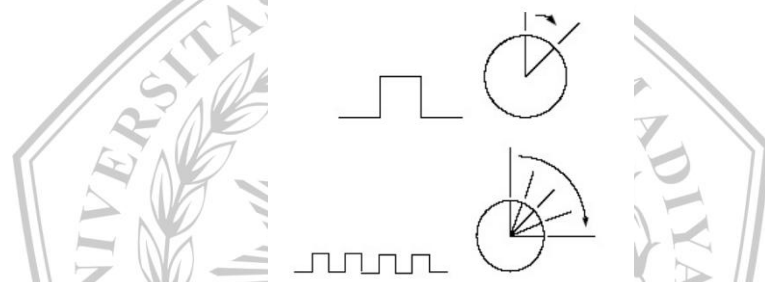
(Sumber : <http://eprints.polsri.ac.id/3241/3/BAB%20II.pdf>)

Pada Mesin Plotter Berbasis CNC menggunakan sensor suhu MLX90614 sebagai sensor suhu yang terdapat pada canting elektrik. Sensor

suhu ini memiliki kelebihan yaitu dapat mengukur suhu tanpa bersentuhan langsung dengan objek.

## 2.7 Motor Stepper

Motor stepper merupakan motor listrik yang dikendalikan oleh pulsa-pulsa digital, bukan tegangan terus-menerus yang diberikan. Deretan pulsa ini diterjemahkan menjadi putaran shaft, dimana setiap putaran membutuhkan jumlah pulsa yang ditentukan. Satu pulsa menghasilkan kenaikan putaran atau step, dimana satu kenaikan putaran ini merupakan bagian dari satu putaran penuh. Oleh karena itu, perhitungan jumlah pulsa dapat ditetapkan untuk mendapatkan jumlah putaran yang diinginkan. Perhitungan pulsa secara otomatis menunjukkan besarnya putaran yang telah dilakukan, tanpa memerlukan informasi kembali.



**Gambar 2.9** Jumlah pulsa mewakili jumlah putaran

(Sumber: <https://media.neliti.com/media/publications/157171-ID-pemrograman-motor-stepper-dengan-menggun.pdf>)

Jumlah step tiap putaran sangat mempengaruhi ketepatan kontrol gerak motor stepper. Semakin banyak jumlah step, maka semakin tepat gerak yang dihasilkan. Untuk ketepatan yang lebih tinggi, beberapa driver motor stepper membagi step normal menjadi setengah step (half step) atau mikro step.

Bagian-bagian dari motor stepper antara lain sebagai berikut :

1. Rotor
2. Sumbu, merupakan pegangan dari rotor dan bagian dari tengah rotor, sehingga ketika rotor berputar sumbu ikut berputar.
3. Stator, memiliki dua bagian yaitu plat inti dan liloitan, dimana plat inti dari motor stepper ini biasanya menyatu dengan casing.
4. Bearing, dalam motor stepper memiliki dua buah bearing yaitu bearing bagian atas dan bearing bagian bawah.

5. Casing, casing motor stepper terbuat dari alumunium dan ini berfungsi sebagaiudukan bearing dan stator yang pemegangnya baud sebanyak empat buah.

Pada motor stepper umumnya tertulis spesifikasi  $N_p$  (pulsa / rotasi). Sedangkan kecepatan pulsa dalam satuan pps (pulsa per second), dan kecepatan putar umumnya ditulis dengan simbol  $\omega$  (omega) dalam satuan rotasi per menit atau rpm. Kecepatan putar motor stepper dapat di rumuskan menggunakan kecepatan pulsa (pps) sebagai berikut :

$$\omega = 60 \frac{pps}{N_p} \quad (\text{rotasi / menit}) \quad (14)$$

Oleh karena itu 1 rotasi =  $360^\circ$ , maka tingkat ketelitian motor stepper dapat dituliskan dalam rumus berikut :

$$\begin{aligned} \delta &= ^\circ / \text{pulsa} \\ &= 1 / N_p \times 360^\circ (\text{rotasi/ pulsa}) \\ &= 360^\circ / N_p (^\circ/\text{pulsa}) \end{aligned} \quad (15)$$



**Gambar 2.10** Motor Stepper

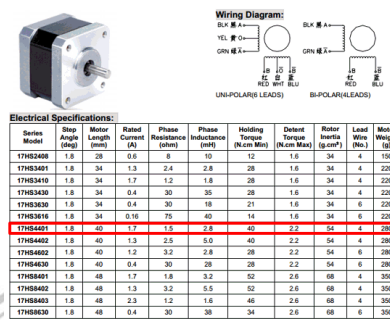
(Sumber: <https://www.ebay.co.uk/b/Industrial-Stepper-Motors/9723/bn16568912>)

Cara kerja motor stepper sangat sederhana. Ketika sebuah koil dari motor stepper diberikan energi maka poros motor stepper (yang sebenarnya adalah sebuah magnet permanen) akan menyesuaikan diri sesuai kutub-kutub kumparan magnet. Jadi, ketika kumparan motor terpacu dalam urutan tertentu maka poros motor cenderung untuk menyesuaikan diri sesuai dengan kutub kumparan dan karenanya berputar. Pada gambar 2. Dapat dijelaskan bahwa, ketika koil “A” diberi energi, maka akan tercipta dua kutub polaritas, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Saat tercipta kutub-kutub tersebut maka poros magnet akan menyesuaikan diri. Saat koil berikutnya diberikan energi, maka poros berikutnya akan menyesuaikan diri



lagi. Artinya, setiap energi yang diberikan kepada koil secara urut maka motor stepper akan bekerja.

Pada mesin plotter batik berbasis CNC menggunakan motor stepper untuk menggerakkan eretan pada sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z. Motor stepper ini sangat mudah dioperasikan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3. Motor stepper yang digunakan tipe NEMA17 HS4401.



Gambar 2.11 Spesifikasi Motor Stepper NEMA17 HS4401

(Sumber: <http://www.datasheetcafe.com/17hs4401-datasheet-stepper-motor/>)

## 2.10 Software Arduino Uno

Arduino Uno R3 diprogram dengan perangkat lunak IDE Arduino. IDE Arduino merupakan perangkat lunak canggih yang dapat diprogram menggunakan Java. Pada Arduino terdapat *bootloader* yang difungsikan untuk pengunggahan kode tanpa menggunakan *Programmer Hardware Eksternal*. IDE Arduino terdiri dari tiga fitur yaitu :

- Editor Program*, yaitu jendela yang memungkinkan pengguna untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.
- Compiler*, yaitu fitur untuk mengubah kode program (*Bahasa Processing*) menjadi kode biner, yang berfungsi sebagai penyusun bahasa C untuk mengunggah program hasil susunan (*hex file*) ke modul Arduino.
- Uploader*, yaitu fitur yang dapat digunakan untuk memuat kode biner dari komputer yang diteruskan ke memori pada papan Arduino.



**Gambar 2.11** Logo Software IDE Arduino

(Sumber : <http://arduino.org/>)

## 2.11 Inkscape

Inkscape adalah perangkat lunak pengolah vektor yang sifatnya open source atau gratis dibawah lisensi GNU GPL (GNU *General Public License*). Tujuan dari perangkat lunak ini adalah menjadi perangkat lunak pengolah grafik vektor yang memenuhi standar XML, SVG dan CSS.

Inkscape tersedia untuk sistem operasi Windows, Mac dan Linux. Program dan kode sumber (*Source Code*) Inskape tersedia untuk umum pada situs resmi Inskape sehingga siapapun dapat mempelajari dan mengembangkannya. Fungsi dari perangkat lunak ini adalah untuk menggambar atau mendesain secara digital untuk mempermudah pekerjaan seorang desain grafis. Selain itu digunakan untuk membuat gambar vektor untuk berbagai kebutuhan, misalnya untuk membuat gambar ilustrasi pada web, membuat sebuah desain untuk sebuah postingan disosial media, gambar kartun, membuat garis garis kaligrafi, logo, brosur dan berbagai desain vektor lainnya.



**Gambar 2.12** Logo Inkscape

(Sumber : <https://dwglogo.com/inkscape/>)

Salah satu fitur yang dimiliki oleh aplikasi Inkscape adalah dapat membuat kode-kode koordinat gambar yang digunakan pada mesin CNC untuk melakukan proses kerjanya, kode-kode koordinat tersebut berasal dari hasil konvert gambar vektor yang telah dibuat sebelumnya dan di ubah menjadi file G-code.

Mesin Plotter Batik Berbasis CNC menggunakan aplikasi Inkscape untuk mendesain batik, yang mana desain batik ini berbentuk vektor yang akan diubah menjadi dalam bentuk G-Code. Inkscape 0.92.3 merupakan versi yang digunakan pada penelitian ini karena terdapat Gcodetools untuk mempermudah mengubah gambar dalam bentuk vektor menjadi *G-code file* (.NGC).

## 2.12 G-Code

G-Code merupakan sebuah fungsi yang digunakan dalam bahasa pemrograman Numerical Control yang mengandung informasi posisi sebuah alat untuk melakukan sebuah pekerjaan. G-code dapat memerintah motor stepper untuk bergerak sesuai dengan jalur yang telah ditentukan dan memberi informasi tentang berapa jarak yang harus ditempuh, kecepatan motor untuk berputar, dan lain sebagainya. Dibawah ini merupakan beberapa perintah yang sering digunakan untuk menjalankan motor stepper yang ada di Mesin Plotter batik berbasis CNC, yaitu :

**Tabel 2.3** Beberapa perintah yang sering digunakan untuk menjalankan motor stepper

Variabel	Deskripsi
F	Mengatur feed rate
G00	Rapid positioning
G01	Linier interpolation
G02	Circular interpolation clockwise
G03	Circular interpolation counter clockwise
G21	Membuat satuan menjadi mm
G90	Program menggunakan koordinat absolut
I	Mendefinisikan titik pusat lengkungan menjadi sumbu X
J	Mendefinisikan titik pusat lengkungan menjadi sumbu Y
M3	Menjalankan program
M5	Menghentikan program sementara
M30	Menghentikan program total
X	Mendefinisikan koordinat sumbu X
Y	Mendefinisikan koordinat sumbu Y
Z	Mendefinisikan koordinat sumbu Z



(Sumber : Skripsi. Hery Siswanto, 2018. Aplikasi Mikrokontroller Mesin Plotter Batik Berbasis CNC. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang)

Mesin plotter batik berbasis CNC ini menggunakan G-code sebagai program pengendalinya dalam mengatur pergerakan tiap-tiap motor stepper baik pada sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z.

### 2.13 Universal G-Code Sender

*Universal G-Code Sender* (UGS) merupakan sebuah aplikasi pengirim G-Code lintas platform yang berbasis Java. Aplikasi ini kompatibel dengan GRBL dan *TinyG/g2core*. Selain itu aplikasi ini mampu menjalankan dan mengontrol mesin CNC dengan melakukan setting atau penyesuaian *Firmware*, port dan Baud yang kemudian memasukan fungsi G-Code yang telah dibuat sebelumnya untuk menjalankan mesin CNC tersebut.

Pada mesin plotter batik berbasis CNC ini menggunakan bantuan *Universal G-Code Sender* sebagai kontrol kerja dan kalibrasi mesin plotter batik berbasis CNC dalam proses pembuatan batik yang sebelumnya telah didesain dengan aplikasi Inkscape yang berbentuk vektor dan diubah menjadi bentuk G-Code. Dibawah ini merupakan beberapa perintah yang sering digunakan pada perangkat lunak *Universal G-code Sender*, yaitu :

**Tabel 2.4** perintah yang sering digunakan pada perangkat lunak *Universal G-code Sender*

No	Perintah	Deskripsi
1.	X-	Menjalankan sumbu X ke kiri
2.	X+	Menjalankan sumbu X ke kanan
3.	Y-	Menjalankan sumbu Y ke kiri
4.	Y+	Menjalankan sumbu Y ke kanan
5.	Z-	Menjalankan sumbu Z ke bawah
6.	Z+	Menjalankan sumbu Z ke atas
7.	XY Step Size	Mengatur ukuran langkah pada sumbu XY
8.	Z Step Size	Mengatur ukuran langkah pada sumbu Z
9.	Feed Rate	Mengatur kecepatan makan
10.	MM/Inchi	Mengatur satuan menjadi mm/inchi

11.	Connect/Disconnect	Menghubungkan atau memutuskan papan
12.	Send	Menjalankan perintah program
13.	Stop	Menghentikan perintah program
14.	Pause	Menghentikan sementara perintah program
15.	Browse	Mencari perintah program
16.	Firmware	Perangkat yang terintegrasi dengan Arduino
17.	Port	Port yang tersambung dengan mikrokontroler
18.	Baud	Serial baud rate pada Arduino Uno
19.	Commands	Perintah data pada Arduino Uno

(Sumber: Data Pribadi)

#### 2.14 Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas

Viskositas cairan naik dengan naiknya tekanan, sedangkan tekanan tidak memengaruhi viskositas gas. Viskositas akan turun dengan naiknya temperatur, sedangkan dengan naiknya temperatur maka viskositas gas akan naik juga. Pemanasan zat cair menyebabkan molekul-molekulnya memperoleh energi. Molekul-molekul cairan bergerak sehingga gaya interaksi antar molekul melemah. Dengan demikian viskositas cairan akan turun dengan kenaikan temperatur.

Pada mesin plotter batik berbasis CNC menggunakan teori pengaruh temperatur terhadap viskositas ini untuk menganalisis hasil canting. Karena tebal dan tipisnya hasil canting dapat dilihat pada temperatur yang telah di masukkan.